

PEMETAAN SUHU PERMUKAAN LAUT (SPL) MENGGUNAKAN CITRA SATELIT TERRA MODIS DI PERAIRAN DELTA MAHAKAM (Studi Kasus: Tahun 2013, 2016 Dan 2018)

Radik Khairil Insanu, Dwi Agung Pramono, Hikmahtul Fadhillah

¹Program Studi Teknologi Geomatika Politeknik Pertanian Negeri Samarinda

Kampus Gunung Panjang Jl. Samratulangi Samarinda, Kode Pos 75131 Telepon. 0541 -260421, Faximile.
0541- 260680, e-mail: ra013f@gmail.com

(Diterima 23 Nove,mber 2018, Disetujui 27 Juni 2019)

ABSTRAK

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh atmosfer, cuaca dan musim serta perubahan posisi matahari yang dapat mempengaruhi perubahan suhu permukaan laut. Manfaat dari pemetaan distribusi suhu permukaan laut yaitu diantaranya untuk mengetahui tingkat kesuburan dari suatu perairan/laut. Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini adalah untuk memetakan dan membandingkan perbedaan distribusi parameter suhu permukaan laut pada tahun 2013, 2016 dan 2018 di Perairan Delta Mahakam menggunakan citra satelit Terra MODIS. Penelitian ini menggunakan citra satelit Terra MODIS tanggal 13 April 2018, 10 Maret 2016 dan 25 Juli 2018 dengan metode algoritma *Brown And Minnet*.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa Suhu Permukaan Laut Tahun 2013, 2016 dan 2018 memiliki beda selisih yaitu pada tahun 2013 ke 2016 memiliki perbedaan tertinggi di kelas suhu 26° - 38° C yaitu mencapai 8186 piksel, dan perbedaan suhu terendah adalah kelas suhu 19° C yaitu 19 piksel. Pada tahun 2016 ke 2018 memiliki perbedaan tertinggi di kelas suhu 24° - 26° C yaitu mencapai 12469 piksel dan kelas suhu terendah terdapat pada kelas suhu 19° C. Penyebaran suhu pada tahun 2013 didominasi dengan klasifikasi warna merah dengan kisaran suhu 26° - 38° C. Kemudian di tahun 2016 didominasi dengan klasifikasi warna *orange* dengan kisaran suhu 24° - 26° C. Dan pada tahun 2018 didominasi dengan klasifikasi warna merah dengan kisaran suhu 26° - 31° C. Dari hasil ini dapat disimpulkan bahwa suhu permukaan laut menurut hasil pengolahan citra satelit TERRA MODIS mengalami perubahan suhu dominan dari tahun ke tahun dan semakin naik suhu permukaan lautnya.

Kata kunci : *Suhu Permukaan Laut, Citra Satelit TERRA MODIS, Delta Mahakam.*

ABSTRACT

This research is motivated by the atmosphere, weather and season and changes in the position of the sun which can affect changes in sea surface temperature. The benefits of mapping the distribution of sea surface temperature are to determine the level of fertility of an ocean / sea. Therefore, the aim of this research is to map and compare the differences in the distribution of parameters of sea surface temperature in 2013, 2016 and 2018 in the Mahakam Delta waters using the Terra MODIS satellite image. This study uses the image of Terra MODIS satellite on April 13, 2018, March 10, 2016 and July 25, 2018 with the Brown And Minnet algorithm method.

The results showed that the sea surface temperature in 2013, 2016 and 2018 had a difference in the difference between 2013 and 2016 had the highest difference in the temperature class 26° - 38° C which reached 8186 pixels, and the lowest temperature difference was 19° C temperature class which was 19 pixels. In 2016 to 2018 the highest difference was in the temperature class of 24° - 26° C, reaching 12469 pixels and the lowest temperature class in the 19° C temperature class. The temperature spread in 2013 was dominated by the red classification with a temperature range of 26° - 38° C. Then in 2016 was dominated by the orange color classification with a temperature range of 24° - 26° C. And in 2018 was dominated by the red classification with a temperature range of 26° - 31° C. From this result it can be concluded that sea surface temperature according to TERRA MODIS satellite image processing changes dominant temperature from year to year and rising sea surface temperature.

Keywords : *Sea Surface Temperature, MODIS TERRA Satellite Imagery, Mahakam Delta.*

1. PENDAHULUAN

Pulau Kalimantan adalah wilayah dengan iklim tropik basah. Karakter vegetasi hutan tropik basah memiliki keragaman jenis sangat tinggi. Topografi wilayah Kalimantan meliputi dataran rendah sampai dataran tinggi, sehingga memungkinkan ditemui berbagai tipe vegetasi. Delta Mahakam adalah salah satu delta populer di dunia yang berada di wilayah Kalimantan Timur. Sedimen Delta Mahakam mencerminkan ciri-ciri fisik hasil pengendapan arus sungai dan arus pasang surut. (Simarmata, B.M., Sari, A.K., Yogan, H., 2015).

Delta Mahakam merupakan salah satu daerah di Indonesia yang memiliki transport sedimen yang kompleks. Material-material sedimen tersuspensi (melayang) di Sungai Mahakam dan terperangkap di Estuari Mahakam yang akhirnya (dalam waktu ratusan tahun) membentuk Delta Mahakam sekarang yang bertipe kaki burung (Prakosa, 2006 dalam Rifai, 2008). Hutan mangrove menutupi 60 % luas dataran delta, Diperkirakan luasnya mencapai 1000 km² namun saat ini yang tersisa hanya 20 %. Sekitar 80 % lainnya telah musnah dibabat dan berganti menjadi ribuan hektar tambak. Kondisi tersebut mengakibatkan merosotnya produksi perikanan pesisir. Sebagai kawasan yang kaya akan sumber daya hayati (perikanan) maka sangat diperlukan suatu parameter untuk mempermudah dalam mencari daerah tangkapan ikan yang potensial. Salah satu parameter yang dapat digunakan yaitu parameter Suhu Permukaan Laut (SPL).

Menurut Hasyim (2010), salah satu parameter oseanografi yang penting adalah suhu permukaan laut. Suhu lapisan permukaan perairan Indonesia berkisar antara 26°C – 30°C, lapisan termoklin berkisar antara 9 °C - 26°C, dan lapisan dalam berkisar antara 2°C - 8°C (Soegiarto dalam Hasyim, 2010). Sebaran SPL dapat digunakan sebagai salah satu indikator penting terjadinya *upwelling* yaitu penarikan massa air laut dari suatu lapisan dalam ke lapisan permukaan sehingga SPL di perairan bersangkutan lebih dingin dibandingkan sekitarnya.

Pengukuran suhu permukaan laut dapat dilakukan secara langsung (*insitu*) dan tidak langsung yaitu melalui teknologi penginderaan jauh dengan menggunakan satelit (Tangke, 2015). Salah satu instrumen yang dapat digunakan untuk mendeteksi SPL yaitu citra satelit MODIS. Citra satelit MODIS dipilih karena memiliki luasan sapuan mencapai 2330 km dengan resolusi temporal 1 hari, sehingga data yang ada lebih beragam dan lebih mudah dilakukan pemilihan kawasan yang bebas awan (Zahroh, 2016).

Penelitian ini dilakukan diperaian Delta Mahakam. dimana berdasarkan posisinya delta ini terletak di tepi barat Selat Makassar, sebuah selat yang sangat penting bagi iklim dan ekonomi dunia.

Berdasarkan potensi yang ada pada perairan Delta Mahakam ini juga, maka pemantauan dan analisis suhu permukaan laut sangat penting dilakukan guna untuk identifikasi keadaan organisme yang hidup didalamnya dan potensi tangkapan ikan diperaian tersebut.

2. SUHU PERMUKAAN LAUT

Suhu air laut merupakan parameter vital dalam mengetahui peranan laut sebagai reservoir panas. Perubahan suhu menyebabkan variasi dalam sifat air laut dan kehidupan yang mendukungnya. Suhu air laut merupakan faktor yang banyak mendapat kajian-kajian, terlebih lagi dengan adanya masalah kenaikan suhu laut secara global. SPL juga dipengaruhi oleh kondisi meteorologi, seperti curah hujan, penguapan, suhu udara, kelembaban udara, kecepatan angin dan intensitas radiasi matahari. Oleh karena itu, suhu permukaan laut biasanya bervariasi menurut musim walaupun perbedaannya cukup kecil. Selain faktor tersebut suhu permukaan laut juga dipengaruhi waktu dalam satu hari, sirkulasi udara, tutupan awan dan aliran serta kedalaman dari badan air (Sukojo, 2009).

Suhu permukaan laut dapat diketahui dengan menggunakan band 31 dan band 32 dengan menggunakan algoritma Algorithm Theoretical Basic Document 25 (ATBD 25) TERRA/Aqua MODIS pada panjang gelombang 10-12 µm, atau dikenal dengan algoritma Brown and Minnett (1999). Algoritma tersebut dirumuskan sebagai berikut :

$$SPL = c1 + c2 * (T31 - 273) + c3 * (T31 - T32) * (T20 - 273) + c4 * (T31 - T32) * (1 / \cos \theta - 1) \dots (1)$$

Dimana :

- T20 = tingkat kecerahan suhu band 20 (BT)
- T31 = tingkat kecerahan suhu band 31 (BT)
- T32 = tingkat kecerahan suhu band 32 (BT)
- T3132 = tingkat kecerahan suhu Band32 – tingkat kecerahan suhu Band 31
- θ = sudut zenith satelit

Tabel 1. Koefisien untuk MODIS band 31 dan 32 Algoritma SPL, diperoleh Menggunakan Radiosondes untuk Mendefinisikan Variabel dan Properti Atmosfer (Sumber : Brown and Minnet, 1999)

Koefisien	$\Delta T \leq 0.7$	$\Delta T > 0.7$
C1	1,228552	1,692521
C2	0,9576555	0,9558419
C3	0,1182196	0,0873754
C4	1,774631	1,199584

Sehingga, untuk menghitung suhu permukaan laut, kanal harus dikonversi menjadi suhu kecerahan air dahulu dengan menggunakan persamaan invers fungsi Planck yaitu sebagai berikut (Arafah, 2011):

$$Tb = c2 / (Vi * \ln(c1 / (Vi5 * \text{radiansi} + 1))) \dots (2)$$

Dimana

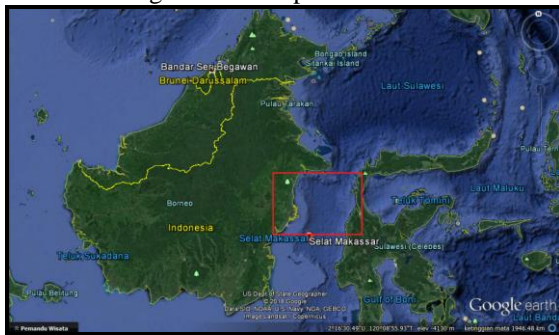
- Tb = suhu kecerahan air (oK)
 c1,c2 = konstanta radiasi, dimana nilai c1 adalah $1,1910659 \times 10^8$ [W m⁻² sr⁻¹ (μm⁻¹)⁻⁴], dan nilai c2 adalah $1,438833 \times 10^4$ [K μm]
 Vi = panjang gelombang pusat (*central wavelength*),
 Radiansi = merupakan band MODIS yang akan dihitung nilai suhu kecerahan airnya.

3. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

3.1.1. Tempat

Penelitian ini dilakukan di Delta Mahakam berikut adalah gambar lokasi penelitian ini.



Gambar 1. Lokasi Penelitian Distribusi Suhu Permukaan Laut (sumber : Google Earth)

3.1.2. Waktu

Penelitian ini membutuhkan waktu selama 6 bulan dimulai dari bulan Mei – Oktober 2018 yang meliputi studi literatur, pengumpulan data, pengolahan data dan penyusunan laporan akhir.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1. Alat

Alat yang digunakan pada Penelitian ini adalah sebagai berikut :

- Komputer
- Printer
- Microsoft Office 2010
- Software ENVI 4.6.1
- Software ArcGIS 10.3

3.2.2. Bahan

Bahan yang digunakan adalah sebagai berikut :

- Citra Satelit Terra MODIS level 1B resolusi 1 KM Tanggal 13 April 2013, Jam 03.00.
- Citra Satelit Terra MODIS level 1B resolusi 1 KM Tanggal 10 Maret 2016, Jam 02.25.
- Citra Satelit Terra MODIS level 1B resolusi 1 KM Tanggal 25 Juli 2018, Jam 02.55.
- Citra Geolokasi Satelit Terra MODIS Tanggal 13 April 2013, Jam 03.00.
- Citra Geolokasi Satelit MODIS Tanggal 10 Maret 2016, Jam 02.25.

- Citra Geolokasi Satelit MODIS level 1B resolusi 1 KM Tanggal 25 Juli 2018, Jam 02.55. Pada bagian ini memuat metode saja, tidak memuat bagan ataupun bagan alir.

3.3. Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian dalam kegiatan penelitian ini meliputi:

a. Data Masukan

Data citra yang digunakan untuk pengolahan ini adalah data citra satelit Terra MODIS level 1B kanal 20, 31 dan 32 pada Tahun 2013, 2016 dan 2018. Data citra tambahan untuk pengolahan parameter SPL dibutuhkan data Geolokasi Terra MODIS yang digunakan untuk menentukan sensor zenith.

b. Pemotongan Citra

Untuk memperkecil ukuran citra dan mempermudah pengolahan data dilakukan pemotongan citra. Pemotongan citra dilakukan untuk lebih memfokuskan pengolahan data sesuai dengan daerah penelitian. Sebelum dilakukan pemotongan, dilakukan tahap awal pemulihan bentuk *image* citra itu sendiri yang disebut *georeference*.

c. Koreksi Geometrik

Proses ini bertujuan untuk menghilangkan kesalahan spasial citra yang disebabkan oleh beberapa faktor pada proses perekaman oleh sensor satelit. Koreksi geometrik dilakukan dengan penentuan titik GCP menggunakan acuan peta vektor RBI digital yang sudah diketahui koordinatnya. Titik GCP yang digunakan berjumlah 20 titik yang tersebar di pulau Kalimantan sebelah timur dan pulau Sulawesi dan nilai RMSe nya harus kurang dari 1 piksel. *List* GCP salah satu citra dapat dilihat pada gambar 2. Penetapan 20 titik ini menyebar merata di wilayah studi yang diteliti, tidak di keseluruhan *scene* citra supaya hasil geometriknya benar pada wilayah penelitian. Persebaran titik GCP dapat dilihat pada gambar 3.

	Base X	Base Y	Warp X	Warp Y	Predict X	Predict Y	Error X	Error Y	RMS
#1+	1695.30	1666.15	1700.95	1666.20	1700.7987	1666.1370	-0.1513	-0.0630	0.1639
#2+	1695.80	1679.85	1696.90	1679.90	1696.6912	1679.8923	-0.2088	-0.0077	0.2089
#3+	1685.60	1714.20	1686.10	1714.30	1686.4745	1714.3743	0.3745	0.0743	0.3818
#4+	1685.45	1730.60	1686.00	1731.00	1686.3104	1730.8451	0.3104	-0.1549	0.3469
#5+	1677.85	1761.80	1678.50	1761.80	1678.6958	1762.1589	0.1958	0.3589	0.4088
#6+	1697.05	1774.45	1697.90	1775.00	1697.8525	1774.9206	-0.0475	-0.0794	0.0925
#7+	1693.05	1785.10	1694.00	1785.90	1693.8497	1785.6059	-0.1503	-0.2941	0.3303
#8+	1695.45	1808.45	1696.65	1809.00	1696.2242	1809.0682	-0.4258	0.0682	0.4312
#9+	1629.95	1854.80	1631.05	1854.95	1630.8161	1855.3528	-0.2339	0.4028	0.4658
#10+	1601.40	1877.15	1602.00	1877.90	1602.3133	1877.6541	0.3133	-0.2459	0.3983
#11+	1682.55	1868.70	1683.10	1870.85	1682.9743	1870.4058	-0.1257	-0.4442	0.4617
#12+	1630.80	1768.90	1631.35	1800.00	1631.1576	1800.2703	0.1924	0.2703	0.3316
#13+	1645.05	1825.50	1644.95	1826.90	1645.3288	1827.1318	0.3788	0.2318	0.4441
#14+	1932.75	1768.40	1933.10	1769.60	1933.1633	1769.5376	0.0633	-0.0624	0.0889
#15+	1916.60	1728.35	1917.05	1729.05	1917.1153	1729.1350	0.0653	0.0850	0.1071
#16+	1934.95	1704.25	1936.05	1705.05	1935.4848	1704.8887	-0.5652	-0.1613	0.5876
#17+	1949.90	1702.35	1950.10	1703.00	1950.4177	1703.0038	0.3177	0.0038	0.3177
#18+	1943.30	1690.75	1944.00	1690.85	1943.8499	1691.2978	-0.1501	0.4478	0.4723
#19+	1949.35	1676.00	1949.85	1677.00	1949.5215	1676.4398	-0.0715	-0.5602	0.5648
#20+	1964.65	1671.85	1965.05	1672.15	1965.2106	1672.2803	0.1606	0.1303	0.2069

Gambar 2. Tampilan Daftar *Image to Image* GCP (citra Tahun 2013).



Gambar 3. Sebaran titik GCP .

d. Pemisahan Awan

Dalam tahapan ini dimaksudkan untuk membuang awan yang mengganggu dalam proses pengolahan citra selanjutnya. Citra pada wilayah studi, liputan awannya sekitar lebih dari 30% dikarenakan wilayah studi dekat dengan garis ekuator, sehingga untuk mencari citra satelit yang bersih dari awan sangat sulit didapatkan. Pemisahan awan digunakan untuk menghilangkan nilai piksel awan menjadi nol untuk menghindari kesalahan nilai SPL di bawah awan. Dari pemisahan awan ini, data piksel untuk wilayah di bawahnya tidak bisa digunakan untuk pengolahan SPL.

e. Pengolahan Parameter SPL

Pada tahap pengolahan parameter SPL data yang diperlukan untuk menghasilkan nilai Suhu Permukaan Laut yaitu Citra Satelit Terra MODIS Band 20, 31 dan 32, serta Citra Geolokasi MODIS untuk mendapatkan sudut Zenith dan Algoritma Brown And Minnet, 1999 untuk menghitung suhu permukaan laut dari data citra TERRA MODIS. Setelah didapatkan nilai suhu permukaan lautnya, selanjutnya dibuat kelas-kelas klasifikasi oleh penulis menjadi 7 kelas. Kelas klasifikasi dibuat untuk menghitung banyaknya jumlah piksel dalam tentang tersebut. Kelas klasifikasi diberlakukan untuk semua citra sebagai nilai variabel tetap dan kelas klasifikasi dibuat sendiri oleh penulis untuk memperoleh rentan yang lebih kecil.

f. Uji Korelasi

Pada tahap ini dilakukan perhitungan keterhubungan antara data SPL yang dihasilkan dari pengolahan algoritma dengan data validasi (*In-Situ*) di daerah perairan Delta Mahakam. Data *in-situ* yang didapat pada pengambilan data sebanyak 15 data di daerah perairan kec. Muara Badak, Kutai Kartanegara pada tanggal 21 Juli 2018.

g. Tahap Akhir

Pada penelitian ini akan dihasilkan peta distribusi suhu permukaan laut delta mahakam serta laporan penelitian.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil

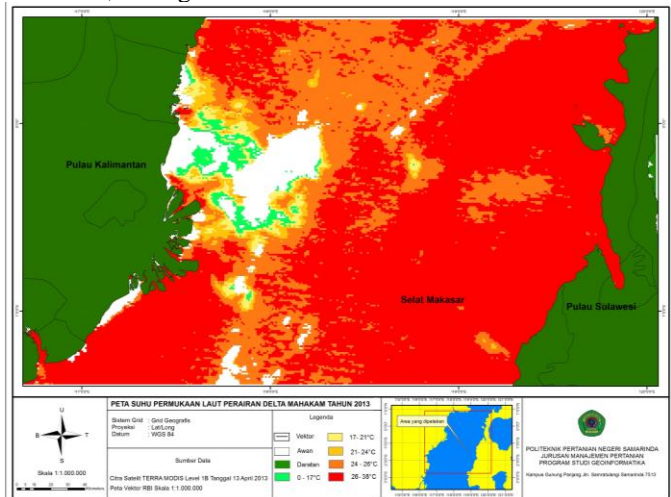
Citra Terra MODIS yang didownload dan dilakukan pengolahan merupakan data citra satelit

rekaman 13 April 2013, 10 Maret 2016 dan 25 Juli 2016. Hasil pengolahan SPL yang tampak pada tabel 2:

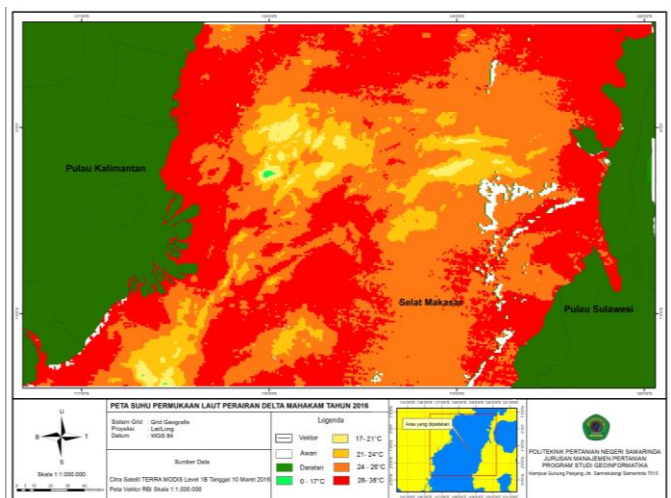
Tabel 2. Hasil Klasifikasi Pengolahan Suhu Permukaan Laut

No	Klasifikasi ($^{\circ}\text{C}$)	Jumlah Piksel Pada Tahun		
		2013	2016	2018
1	0	12866	21052	13166
2	0 – 17	889	22	6805
3	17 – 21	1055	976	5160
4	21 – 24	1462	5401	6092
5	24 – 26	13346	23694	11225
6	26 – 38	35341	24841	12924
7	38 – 43	0	19	0

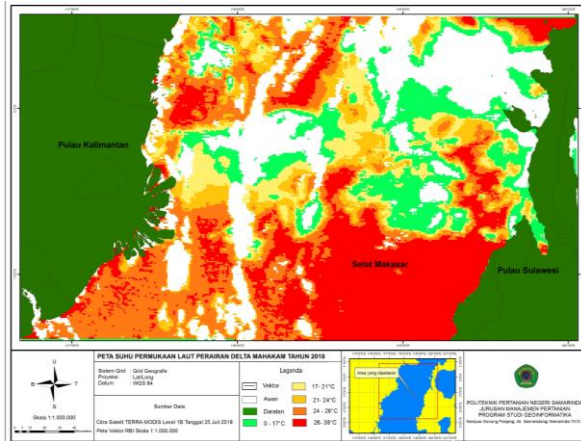
Hasil Penelitian dengan objek pengamatan di perairan Delta Mahakam yaitu berupa peta Suhu Permukaan Laut (SPL) Tahun 2013, 2016 dan 2018. Secara lengkap hasil penelitian tersebut disajikan pada Gambar 2, 3 dan gambar 4.



Gambar 4. Hasil Pengolahan Permukaan Laut Tahun 2013.



Gambar 5. Hasil Pengolahan Suhu Permukaan Laut Tahun 2016



Gambar 6. Hasil Pengolahan Suhu Permukaan Laut Tahun 2018.

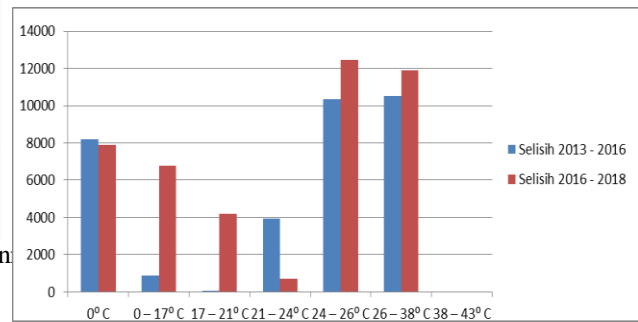
Hasil data yang didapatkan dari lapangan dapat dilihat pada tabel 3:

Tabel 3. Hasil Data Lapangan dan Citra Suhu Permukaan Laut.

No	Nama Titik	Posisi	Nilai SPL Lapangan (°C)	Nilai SPL Citra (°C)
1	P1	0°15' 03.0" LS 117°33' 36.7" BT	30,00	22.89
2	P2	0°15' 02.7" LS 117°33' 36.7" BT	30,00	23.44
3	P3	0°14' 05.8" LS 117°34' 06.4" BT	30,00	23.78
4	P4	0°13' 42.8" LS 117°34' 45.8" BT	30,00	24.77
5	P5	0°13' 01.0" LS 117°34' 54.8" BT	30,00	24.88
6	P6	0°12' 22.7" LS 117°35' 13.0" BT	30,00	24.88
7	P7	0°12' 08.3" LS 117°35' 53.3" BT	30,00	24.87
8	P8	0°11' 30.2" LS 117°35' 28.7" BT	30,00	24.22
9	P9	0°11' 02.3" LS 117°31' 49.6" BT	30,00	23.74
10	P10	0°10' 49.0" LS 117°32' 35.0" BT	30,00	22.42
11	P11	0°10' 47.4" LS 117°35' 19.9" BT	30,00	22.22
12	P12	0°10' 33.1" LS 117°33' 18.4" BT	30,00	22.48
13	P13	0°10' 12.5" LS 117°33' 55.1" BT	30,00	22.60
14	P14	0°10' 04.1" LS 117°35' 13.1" BT	30,00	22.22
15	P15	0°09' 56.2" LS 117°34' 32.0" BT	29,0	21.10

4.2. Pembahasan

Dari hasil pengolahan citra satelit Terra Modis Level 1B suhu permukaan laut, pada tahun 2013, 2016 dan 2018 memiliki perbedaan dari tahun 2013 ke tahun 2016 dan tahun 2016 ke 2018 memiliki perbedaan selisih yang dapat dilihat sebagai berikut :



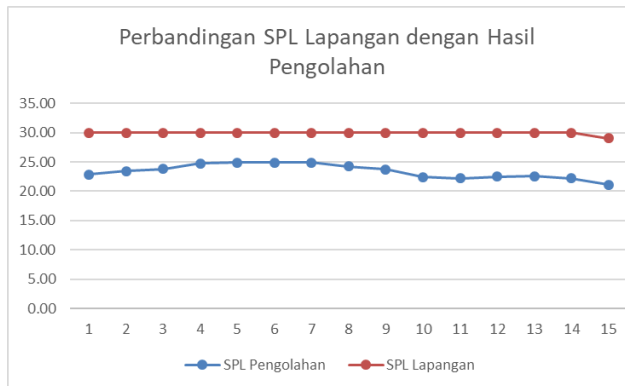
Gambar 7. Grafik Suhu Permukaan Laut

Dari gambar 5 menunjukkan bahwa terdapat nilai selisih di tahun 2013 ke 2016 yang memiliki perbedaan tertinggi di kelas suhu 26° - 38° C yaitu mencapai 8186 piksel, dikarenakan pada liputan tanggal pengambilan citra satelit Terra MODIS 2013 dan 2016 memasuki musim kemarau dari bulan Maret - September sehingga mengakibatkan perubahan suhu permukaan laut meningkat. Dan perbedaan suhu terendah adalah kelas suhu 19° C yaitu 19 piksel, dikarenakan kelas suhu maksimum pada tahun 2013 hanya 26° - 38° C, sedangkan kelas suhu maksimum pada tahun 2016 berkisar 38° - 43° C, jadi selisih perbedaan kelas suhu terendah pada tahun 2013 dan 2016 tidak ada, kelas suhu pada tahun 2013 tidak mencapai 38° - 43° C.

Perbedaan selisih pada tahun 2016 ke 2018 memiliki perbedaan tertinggi di kelas suhu 24° - 26° C yaitu mencapai 12469 piksel, penyebab meningkatnya kelas suhu tersebut dikarenakan pada liputan tanggal pengambilan citra satelit tersebut juga memasuki bulan kemarau yaitu tanggal 10 Maret 2016 dan 25 Juli 2018. Dan kelas suhu terendah terdapat pada kelas suhu 19° C, pada kelas suhu terendah 2016 ke 2018 tidak terdapat perbedaan selisih dikarenakan kelas suhu pada tahun 2018 tidak menyapai 38° - 43° C yaitu kelas suhunya hanya mencapai 26 - 31° C.

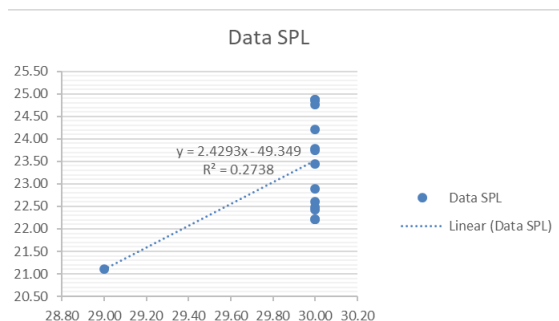
Penyebaran suhu permukaan laut dari peta tahun 2013 terlihat didominasi dengan klasifikasi warna merah dengan kisaran suhu 26° - 38° C. Sedangkan pada peta tahun 2016 didominasi dengan klasifikasi warna orange dengan kisaran suhu 24° - 26° C. Dan pada peta tahun 2018 didominasi dengan klasifikasi warna merah dengan suhu kisaran 26° - 31° C.

Dari hasil nilai suhu permukaan laut yang didapatkan dari data lapangan (*insitu*) dan data pengolahan citra, terdapat perbedaan nilai yang dapat dilihat pada grafik gambar 8.



Gambar 8. Grafik Perbandingan Nilai Suhu Permukaan Laut.

Dari grafik, nilai selisih paling besar sebesar $7,90^{\circ}\text{C}$ pada titik 15 dengan nilai SPL lapangan lebih besar daripada nilai SPL hasil pengolahan citra. Nilai selisih paling kecil sebesar $5,12^{\circ}\text{C}$ pada titik 5 dan 6 dengan nilai SPL lapangan lebih besar. Dari data tersebut kemudian dilakukan uji korelasi linear dengan hasil $R^2 = 0,27$. Data ini dapat dilihat pada gambar 9.



Gambar 9. Grafik Perbandingan linear data SPL

Dari grafik, persamaan linear dari data SPL hasil lapangan dengan data SPL pengolahan citra adalah $y = 2,4293x - 49,349$ dengan nilai korelasinya sebesar 27,38%. Nilai korelasi ini menunjukkan tingkat hubungan pola yang sama antara SPL lapangan dengan SPL citra kurang bagus. Pada penelitian Suparjo (2016), nilai korelasi yang didapatkan berbeda dengan penelitian ini sebesar 60,37% dengan lokasi studi yang sama yaitu di perairan delta Mahakam dan dengan algoritma pengolahan citra yang digunakan juga sama dengan penelitian ini. Sehingga, dengan perbandingan nilai korelasi yang jauh berbeda dengan penelitian Suparjo (2016), dapat disebabkan karena pada penelitian ini, waktu pengambilan data di lapangan dengan data citra yang digunakan berbeda. Pengambilan data lapangan dilakukan pada tanggal 21 Juli 2018. Sedangkan, data citra satelit TERRA MODIS yang digunakan pada tanggal 25 Juli 2018. Perbedaan ini dikarenakan untuk citra satelit dari tanggal 20 – 24 Juli terdapat banyak awan pada lokasi pengambilan sampel

ir, sehingga citra yang digunakan pada tanggal 25 Juli 2018.

KESIMPULAN DAN SARAN

Adapun kesimpulan yang dapat diambil dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

Peta suhu permukaan laut tahun 2013 ke 2016 memiliki selisih tertinggi di kelas suhu $26^{\circ} - 38^{\circ}\text{C}$ yaitu mencapai 8186 piksel, dan selisih terendah adalah kelas suhu 19°C yaitu 19 piksel. Pada tahun 2016 ke 2018 memiliki selisih tertinggi di kelas suhu $24^{\circ} - 26^{\circ}\text{C}$ yaitu mencapai 12469 piksel dan kelas suhu terendah terdapat pada kelas suhu 19°C .

2. Penyebaran suhu permukaan laut pada tahun 2013 didominasi dengan klasifikasi warna merah dengan kisaran suhu $26^{\circ} - 38^{\circ}\text{C}$. Kemudian di tahun 2016 didominasi dengan klasifikasi warna orange dengan kisaran suhu $24^{\circ} - 26^{\circ}\text{C}$. Dan pada tahun 2018 didominasi dengan klasifikasi warna merah dengan kisaran suhu $26^{\circ} - 31^{\circ}\text{C}$.

Adapun saran yang dapat diberikan dari penelitian ini sebagai berikut :

1. Pemetaan perubahan suhu permukaan laut dapat dikaji lebih lanjut untuk menganalisis daerah penangkapan ikan.
2. Pemetaan perubahan suhu permukaan laut dapat dilakukan perbulan atau musim guna mengetahui perubahan suhu secara signifikan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat (DRPM) Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi yang telah memberikan dana hibah pada Penelitian Dosen Pemula.

DAFTAR PUSTAKA

- Arafah, Feny. 2011. Modifikasi Algoritma AVHRR Untuk Estimasi Suhu Permukaan Laut (SPL) Citra Satelit TERRA MODIS. Tugas akhir – Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- Brown, O. B dan P. J. Minnet. 1999. *Modis infrared sea surface temperature algorithm. Atbd version 2.0*. HAL 5. University of miami. Miami. Vii + 98 h.
- Hasyim, Bidawi dan Sayidah Sulma dan Maryani Hartuti. 2010. Kajian Dinamika Suhu Permukaan Laut Global Menggunakan Data Penginderaan Jauh Microwave. Majalah Sains dan Teknologi Dirgantara Vol. 5 No.4 Desember 2010 : 130- 134.

- Rifai, Azis. 2008. Kajian Perubahan Kerapatan Vegetasi Mangrove Dan Kaitannya Dengan Total Suspended Matter (TSM) Di Wilayah Delta Mahakam Berdasarkan Citra Satelit. *Theses. Faculty Of Earth Sciences And Technology*. Institut Teknologi Bandung.
- Simarmata, B. A dan Sari, J. A. K dan Yogan, H. 2015. Analisis Bentang Lahan Pembentukan Delta Mahakam di Provinsi Kalimantan Timur. Universitas Sriwijaya, Fakultas Pertanian.
- Sukojo, Bangun M. dan Danar Guruh P. dan Lalu Muhamad J. 2009. Studi Perubahan Suhu Permukaan Laut Dalam Rangka Pembuatan Sistem Informasi Kelautan (Studi Kasus : Pembuangan Lumpur Lapindo Di Selat Madura). *Jurnal Geoid* ISSN: 1858-2281 Vol.4 No.2 Februari 2009 : 188-195 .
- Suparjo, dkk. 2016. Kajian Tentang Penentuan Daerah Tangkapan Ikan Dengan Menggunakan Parameter Distribusi Spasial Suhu Permukaan Laut Dan Distribusi Klorofil-A di Perairan Delta Mahakam. *Jurnal Geoid* Vol. 11 No.2 Februari 2016 : 133-143
- Tangeke, Umar dkk. 2015. Sebaran Suhu Permukaan Laut dan Klorofil-A Pengaruhnya Terhadap Hasil Tangkapan *Yellowfin* Tuna (*Thunnus Albacares*) Di Perairan Laut Halmahera Bagian Selatan. *Jurnal IPTEKS PSP*, Vol.2 (3) April 2015 : 248-260.
- Zahroh, Latifatul dan Bangun Muljo Sukojo. 2016. Analisis Suhu Permukaan Laut Untuk Penentuan Daerah Potensi Ikan Menggunakan Citra Satelit MODIS Level 1B (Studi Kasus : Selat Bali). *Jurnal Teknik ITS* Vol. 5 No.2 2016 ISSN : 2337-3539.